

Crecimiento relativo del estatolito de *Sepia officinalis* (Cephalopoda, Sepioidea) de la ría de Vigo*

ANGEL GUERRA

Instituto de Investigaciones Pesqueras de Vigo.
Muelle de Bouzas, s/n. Vigo-8. España.

PILAR SANCHEZ

Instituto de Investigaciones Pesqueras de Barcelona.
Paseo Nacional, s/n. 08003 Barcelona. España.

Palabras clave: Cefalópodos, *Sepia officinalis*, crecimiento, estatolito, ría de Vigo, NO de España.

Key words: Cephalopods, *Sepia officinalis*, growth, statolith, ria de Vigo (NW Spain).

RESUMEN: En este trabajo se pone de manifiesto que el crecimiento de los estatolitos de *Sepia officinalis* es alométrico. Tanto el peso como la longitud del estatolito experimentan un retardo del crecimiento con respecto al tamaño de los individuos de ambos sexos, que se manifiesta a partir de tallas comprendidas entre 6 y 8 cm. Este fenómeno parece estar relacionado con el inicio de la maduración sexual.

También se ha podido ver que la tasa de crecimiento en peso del estatolito tiende a aumentar con el incremento de longitud del mismo, lo que puede explicarse porque los estatolitos de los ejemplares viejos están más mineralizados que los de los jóvenes.

Se constata además que el peso del estatolito es una medida que manifiesta bien los cambios que se producen durante el crecimiento.

Por último, se establece, en lengua española, la terminología de las diferentes partes y magnitudes a tener en cuenta de un estatolito tipo, válido para cefalópodos de los órdenes Teuthoidea y Sepioidea.

SUMMARY: STATOLITH RELATIVE GROWTH OF *Sepia officinalis* (CEPHALOPODA, SEPIOIDEA) OF RIA DE VIGO (NW SPAIN). — In this paper, an allometric growth of the statolith of *Sepia officinalis* is shown. The rate of growth in weight and length of the statolith became lower for dorsal mantle lengths greater than 6-8 cm. This change seems to be related with the starting of the sexual maturation. The observed increase of growth rate in weight of the statolith from a determined point of its length could be explained because the statolith become more calcified in the older individuals.

The statolith weight can be considered a good estimator of the changes in the statolith growth.

The terms and parameters used in statolith description are also defined.

* Recibido el 20 de marzo de 1985. Aceptado el 1 de julio de 1985.

INTRODUCCIÓN

Los estatolitos de los cefalópodos son un par de estructuras calcáreas alojadas en sendas cavidades adyacentes (estatocistos) del cartílago craneal, situadas en la región posterolateral del cerebro. Su tamaño suele ser inferior a 2 mm de longitud.

CLARKE (1978) ha señalado que la forma y el tamaño de los estatolitos varían con el crecimiento, y que, dentro de ciertos límites, la forma del estatolito de los cefalópodos adultos es característica de cada especie. Dicho autor describe distintos tipos de estatolitos, y se define, por primera vez, la terminología y dimensiones de las diferentes partes de un estatolito tipo, válido para las especies de los Sepioidea y Teuthoidea.

El estudio de los estatolitos está adquiriendo cada vez mayor importancia, y es útil por diferentes motivos. Se utilizan para determinaciones directas de la edad. SPRATT (1978) encontró bandas de crecimiento diarias y mensuales en los estatolitos de *Loligo opalescens* Berry, 1911; LIPINSKY (1978, 1980), en los de *Illex illecebrosus* (Le Sueur, 1821) de las costas canadienses, que han sido también estudiados por HURLEY y BECK (1980), MAXIM y LAZU (1980), HURLEY *et al.* (1983) y DAWE *et al.* (1984), que utilizan tetraciclina y estroncio como marcadores, y por MORRIS y ALDRICH (1984 a), entre otros. KRISTENSEN (1980) ha encontrado e interpretado bandas de crecimiento periódicas en los estatolitos de *Gonatus fabricii* (Linchinstein, 1818), indicando que estas bandas también existen en *Rossia glaucopsis* (Lovén, 1845) y en *Alloteuthis subulata* (Lamarck, 1798), especie en la que han sido también estudiadas por LIPINSKY (com. pers.). El crecimiento de *Todarodes sagittatus* (Lamarck, 1799), basado en el recuento de las bandas de crecimiento de sus estatolitos, ha sido realizado por ROSENBERG *et al.* (1981).

Los estatolitos son también útiles para el estudio de los cefalópodos fósiles (CLARKE y FITCH, 1979), así como para solventar problemas taxonómicos y conocer aspectos de la evolución de los cefalópodos (CLARKE *et al.*, 1980).

El papel del estatolito en el órgano del equilibrio de los cefalópodos ha sido estudiado por diferentes autores, principalmente por YOUNG (1960) y BUDELMAN (1978). No obstante, en este tipo de estudios generalmente se ha concedido mayor importancia al estatocisto que al estatolito, como puede comprobarse en dos de las más recientes publicaciones (COLMERS *et al.*, 1984; MADDOCK y YOUNG, 1984).

DILLY (1976) fue el primero en estudiar la estructura de los estatolitos, señalando, entre otras cosas, que están formados por carbonato cálcico cristalizado en forma de aragonito. RADTKE (1983) ha puesto de manifiesto que los estatolitos de *Illex illecebrosus*, además de carbonato cálcico, contienen una matriz proteica compuesta principalmente por aminoácidos de tipo ácido,

e indicando que estas estructuras encierran una valiosa información sobre la biología y ecología de la especie. MORRIS y ALDRICH (1984 *b*), por último, estudiaron los diferentes estados de desarrollo de los estatolitos de *Illex illecebrosus*.

El objetivo del presente trabajo es estudiar el crecimiento relativo del estatolito de *Sepia officinalis* L., 1758, basándose principalmente en las variaciones que experimentan el peso y la longitud del estatolito con respecto al tamaño de los individuos. El peso del estatolito únicamente ha sido utilizado anteriormente por RADTKE (1983), limitándose a dar la ecuación de la regresión lineal entre la longitud del manto de *Illex illecebrosus* y el peso de su estatolito. También se estudian en este trabajo las relaciones que pueden existir entre el crecimiento del estatolito y la maduración de ambos sexos. Por último, se analizan las modificaciones que experimenta la tasa de crecimiento en peso del estatolito en función de varias dimensiones lineales del mismo, sobre todo, de su longitud total.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han estudiado 208 estatolitos de *Sepia officinalis* de la ría de Vigo, de los cuales 95 eran machos y 113 hembras. La talla de estos ejemplares varió entre 33 y 240 mm de longitud dorsal del manto (*LDM*), comprendiendo individuos en todos los estados de madurez. Las muestras fueron recogidas desde abril de 1982 hasta abril de 1984. Una descripción detallada de la metodología de muestreo, operaciones realizadas, manejo del material y escala de madurez sexual utilizada se puede encontrar en GUERRA (1984) y ALONSO-ALLENDE y GUERRA (1984).

Los ejemplares se conservaron congelados. Después de la descongelación se obtuvieron la talla (*LDM*), el peso total (*PT*), el sexo y el estado de madurez de cada ejemplar. Algunos estatolitos se extrajeron siguiendo la técnica expuesta por CLARKE (1978), pero la mayoría se extrajo realizando una incisión profunda en la región posterodorsal de la cabeza, hasta seccionar los estatocistos, sacándose cuidadosamente los estatolitos mediante unas pinzas. Los estatolitos se almacenaron en viales con alcohol etílico al 70 por ciento. El peso de cada estatolito (*PE*) se obtuvo mediante una balanza Mettler H 64, a 0,01 mg de precisión. Previamente se limpiaron bien los tejidos adheridos, y se mantuvieron durante 24 horas en una estufa a 45°C. Únicamente se utilizaron estatolitos en buenas condiciones.

En la figura 1 se exponen la terminología, dimensiones y peculiaridades de interés de un estatolito tipo, válidos para especies de Sepioidea y Teuthoidea. Se ha realizado con el propósito de fijar la terminología en español, con miras a posteriores trabajos sobre estatolitos, siguiendo la nomenclatura inglesa según CLARKE (1978).

Además del peso, para cada estatolito se obtuvieron las siguientes medidas: longitud total (*LE*), anchura máxima (*AME*), longitud del lóbulo lateral (*LLE*) y longitud rostral (*LRE*). Las mediciones se hicieron como se indica en la figura 1, mediante microscopio binocular Nikon SMZ-10 provisto del micrómetro ocular.

Mediante un ordenador Digital PDP 1124 se calcularon las funciones de alometría ($Y = aX^b$) entre la talla y el peso de los ejemplares y las diferentes medidas del estatolito, primero; y entre las distintas medidas lineales y el peso del estatolito, en segundo lugar. Se obtuvieron asimismo el coeficiente de variación (r^2), y la varianza del exponente (V_b), aplicándose en la comparación entre regresiones el test de significación *t* de Student.

Con el objeto de comprobar si en las regresiones calculadas existía o no un cambio de relación entre las variables a partir de un punto determinado,

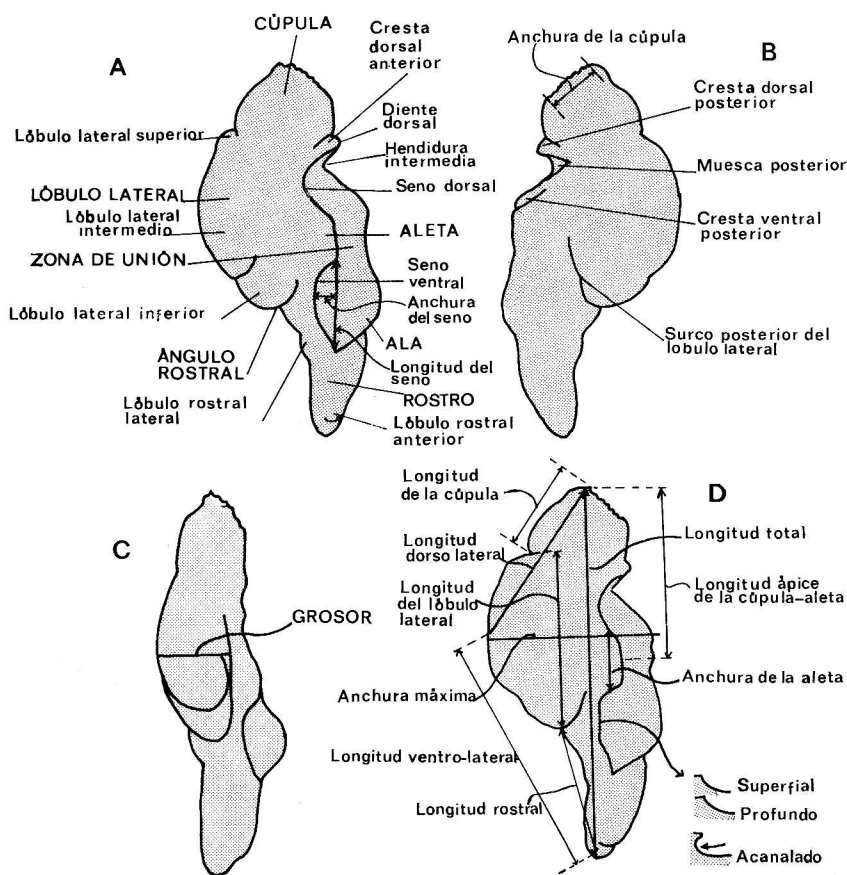


FIG. 1. — Terminología de las diferentes partes y medidas de un estatolito tipo para los cefalópodos Teuthoidea y Sepioidea. (Traducido y adaptado de CLARKE, 1978.)

es decir, regresiones significativamente diferentes, se procedió a realizar una serie de análisis iterativos comparándose pares de regresiones obtenidas considerando dos grupos, uno formado por individuos de tallas inferiores a un valor determinado, y otro por los de tallas superiores a dicho punto. El punto de separación entre ambos grupos varió sucesivamente de 5 a 12 cm de talla. Estos análisis se hicieron en machos y hembras por separado, realizándose un test de significación (t de Student) entre los pares de regresiones obtenidos de esa manera.

Para verificar si las modificaciones del crecimiento del estatolito tenían o no relación con la maduración sexual, se procedió a calcular pares de rectas de regresión entre individuos completamente inmaduros y el resto, considerando ambos sexos por separado, verificándose mediante el test de significación si cada par de regresiones eran o no significativamente distintas.

La representación gráfica de las relaciones entre las variables empleadas en este estudio se ha hecho sin transformar éstas, debido a que nos parece que así ofrecen una visión más clara de los cambios que experimentan los estatolitos con el crecimiento.

RESULTADOS

En el cuadro I se exponen los valores de los coeficientes de las líneas de regresión calculadas entre el tamaño del ejemplar, expresado en talla o en peso, y cinco medidas correspondientes al estatolito. Las relaciones entre estas variables se exponen gráficamente en las figuras 2 y 3, en las que están representadas sin transformar logarítmicamente. Especialmente en las figuras 4A a 4C se aprecia que los puntos no se disponen según una recta.

En el cuadro II se muestran los valores de los coeficientes de las líneas de regresión potenciales significativamente diferentes, indicándose la talla en que cambia la relación entre las variables. Se han considerado machos y hembras por separado.

En el cuadro III se indican los valores de los coeficientes de las funciones alométricas significativamente diferentes, calculadas considerando dos grupos, el formado por los ejemplares totalmente inmaduros y por el resto. Machos y hembras han sido considerados por separado.

El cuadro IV contiene la información relativa a las ecuaciones de regresión entre cuatro medidas lineales del estatolito de *Sepia officinalis* y el peso del mismo. Las relaciones entre estas variables, sin transformar, se muestran gráficamente en la figura 4. Se ha comprobado la existencia de dos líneas de regresión significativamente distintas (t Student = 2,520) entre la longitud y el peso del estatolito de los machos inmaduros y del resto. Las ecuaciones obtenidas son las siguientes:

$$PE = 0,1489 LE^{3,84933}$$

$$PE = 0,3060 LE^{2,17928}$$

Sin embargo, no se hallaron regresiones significativamente diferentes para las hembras.

Lo más destacable de los resultados obtenidos son los cambios alométricos que experimenta el crecimiento del estatolito de *Sepia officinalis*. La talla de 7 cm define el punto de cambio de relación entre la talla de las hembras y el peso y la longitud del estatolito, siendo la talla de 6 cm la correspondiente para el caso del peso total del ejemplar y el del estatolito (cuadro II). Según las ecuaciones talla-peso calculadas por GUERRA (ALONSO-ALLENDE y GUERRA, 1984) para las hembras de esta especie en la ría de Vigo ($PT = 0,002188 LDM^{2,4069}$, $r = 0,926$), ambas tallas equivalen a 60 y 42 g de peso respectivamente.

CUADRO I

Valores de a , b , V_b y r^2 correspondientes a las ecuaciones de alometría $y = a \cdot x^b$ en *Sepia officinalis*. (a , b , V_b and r^2 corresponding to the allometric equation $y = a \cdot x^b$.)

x	y	sexo	Número	a	b	V_b	r^2
LDM	PE	♂ + ♀	208	0,0501	1,1417	0,00029	0,9549
		♂	95	0,0451	1,1940	0,00087	0,9460
		♀	113	0,0543	1,1034	0,00039	0,9653
PT	PE	♂ + ♀	208	0,0989	0,3992	0,00005	0,9412
		♂	95	0,0951	0,4130	0,00016	0,9204
		♀	113	0,1014	0,3907	0,00005	0,9629
LDM	LE	♂ + ♀	50	0,7124	0,3404	0,00011	0,9579
		♂	23	0,6734	0,3675	0,00016	0,9204
		♀	27	0,7431	0,3907	0,00005	0,9629
LDM	LLE	♂ + ♀	50	0,2582	0,3123	0,00023	0,8991
		♂	23	0,2517	0,3178	0,00063	0,8840
		♀	27	0,2655	0,3053	0,00035	0,9143
LDM	LRE	♂ + ♀	50	0,4019	0,3126	0,00023	0,8991
		♂	23	0,3773	0,3369	0,00063	0,8840
		♀	27	0,4245	0,2924	0,00035	0,9143
LDM	AME	♂ + ♀	50	0,4830	0,3552	0,00009	0,9661
		♂	23	0,4778	0,3670	0,00027	0,9600
		♀	27	0,4828	0,3498	0,00011	0,9785

LDM: longitud dorsal del manto o talla (cm). (Dorsal mantle length (cm).)

PE: peso del estatolito (mg). (Statolith weight (mg).)

PT: peso total del ejemplar (g). (Total weight (g).)

LE: longitud del estatolito (mm). (Statolith length (mm).)

LLE: longitud del lóbulo lateral del estatolito (mm). (Lateral dome length of the statolith (mm).)

LRE: longitud rostral del estatolito (mm). (Statolith rostral length (mm).)

AME: anchura máxima del estatolito (mm). (Statolith maximum width (mm).)

V_b : varianza de b . (b variance.)

r^2 : coeficiente de determinación. (r^2 determination coefficient.)

En los machos, el punto que define el cambio de la pendiente de las regresiones está centrado en 8, 7 y 6 cm según el caso (cuadro II); dichas tallas equivalen a 77, 56 y 38 gramos respectivamente, de acuerdo con la ecuación $PT = 0,00188 LDM^{2,4242}$, $r = 0,964$ (ALONSO-ALLENDE y GUERRA, *op. cit.*).

Según lo expuesto, el crecimiento en longitud y en peso del estatolito de esta especie experimenta un retardo a partir de 6-8 cm de talla en ambos sexos.

Por otra parte se comprueba que el crecimiento en peso y longitud del estatolito también se hace más lento con relación al tamaño del ejemplar a partir del inicio de la maduración sexual. A excepción de la anchura máxima del estatolito de las hembras, las demás medidas del estatolito no muestran relación con este cambio fisiológico (cuadro III).

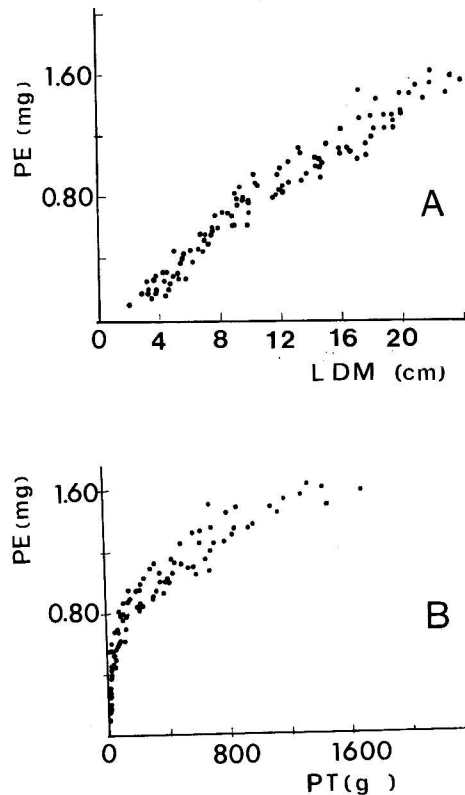


FIG. 2. — A, Relación entre la longitud dorsal del manto (LDM), en cm, y el peso del estatolito (PE), en mg, en *Sepia officinalis*. (Relationship between dorsal mantle length (LDM), cm, and weight of the statolith (PE), mg.) - B, Relación entre el peso total (PT), en g, y el peso del estatolito (PE), en mg. (Relationship between body weight (PT), g, and weight of the statolith (PE), mg.)

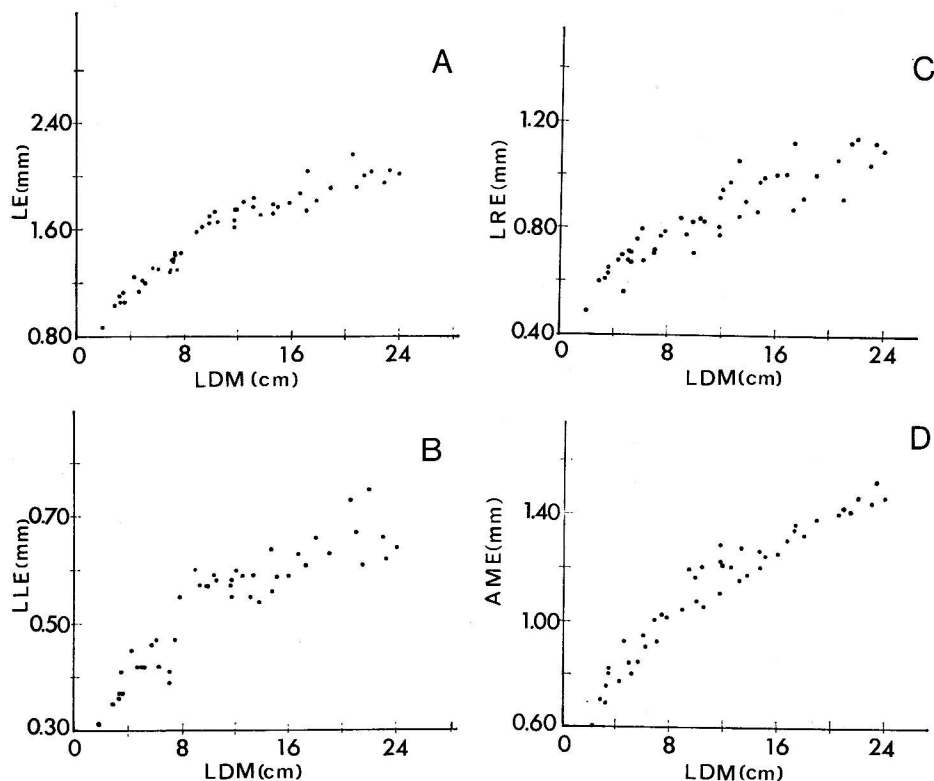


FIG. 3. — A, Relación entre la longitud dorsal del manto (LDM), en cm, y la longitud del estatolito (LE), en mm. (*Relationship between dorsal mantle length (LDM), cm, and length of the statolith (LE), mm.*) - B, Relación entre la longitud dorsal del manto (LDM), en cm, y la longitud del lóbulo lateral del estatolito (LLE), en mm. (*Relationship between dorsal mantle length (LDM), cm, and lateral dome length of the statolith (LLE), mm.*) - C, Relación entre la longitud dorsal del manto (LDM), en cm, y la longitud rostral del estatolito (LRE), en mm. (*Relationship between dorsal mantle length (LDM), cm, and rostral length of the statolith (LRE), mm.*) - D, Relación entre la longitud dorsal del manto (LDM), en cm, y la anchura máxima del estatolito (AME), en mm. (*Relationship between dorsal mantle length (LDM), cm, and maximum width of the statolith (AME), mm.*)

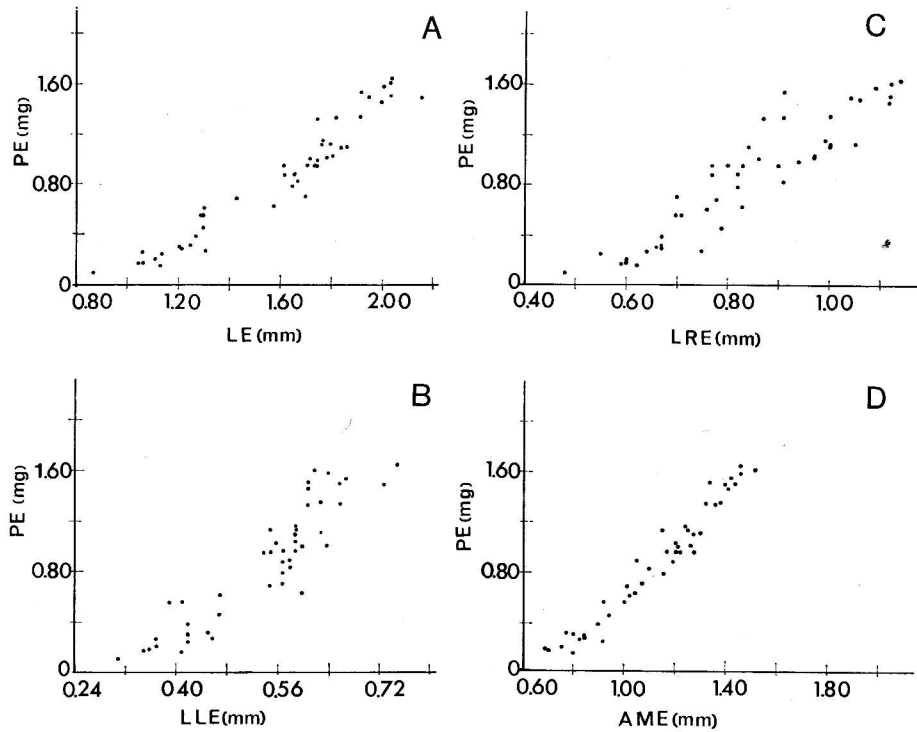


FIG. 4. — A, Relación entre la longitud del estatolito (LE), en mm, y el peso del estatolito (PE), en mg. (*Relationship between length of the statolith (LE), cm, and the statolith weight (PE), mg.*) - B, Relación entre la longitud del lóbulo lateral del estatolito (LLE), en mm, y el peso del mismo (PE), en mg. (*Relationship between lateral dome length of the statolith (LLE), mm, and the statolith weight (PE), mg.*) - C, Relación entre la longitud rostral del estatolito (LRE), en mm, y el peso del mismo (PE), en mg. (*Relationship between rostral length of the statolith (LRE), mm, and the statolith weight (PE), mg.*) - D, Relación entre la anchura máxima del estatolito (AME), en mm, y el peso del mismo (PE), en mg. (*Relationship between maximum width of the statolith (AME), mm, and the statolith weight (PE), mg.*)

CUADRO II

Valores de a , b , V_b y r^2 correspondientes a las ecuaciones de alometría $y = a \cdot x^b$ significativamente diferentes según el sexo, en *Sepia officinalis*. (a , b , V_b and r^2 corresponding to the allometric equations $y = a \cdot x^b$ significantly different according to the sex.)

x	y	Sexo	LDM	Número	a	b	V_b	r^2	t Student
LDM	PE	♂	<7	39	0,0383	1,2695	0,0103	0,8992	4,380
			>7	56	0,1295	0,8006	0,0011	0,9552	
LDM	AME	♂	<8	10	0,4711	0,3692	0,0021	0,9423	2,291
			>8	13	0,6725	0,2435	0,0008	0,9283	
PT	PE	♂	<6	32	0,0835	0,4168	0,0023	0,8443	2,996
			>6	61	0,2236	0,2687	0,0001	0,9573	
LDM	PE	♀	<7	32	0,0419	1,2628	0,0084	0,9290	4,146
			>7	81	0,1037	0,8652	0,0007	0,9619	
LDM	LE	♀	<7	7	0,7042	0,3491	0,0023	0,9550	2,146
			>7	20	0,9409	0,2357	0,0004	0,9351	
LDM	LLE	♀	<7	7	0,2376	0,3750	0,0029	0,9513	2,724
			>7	20	0,3638	0,1910	0,0016	0,7461	
PT	PE	♀	<6	26	0,0878	0,4242	0,0021	0,8809	2,353
			>6	87	0,1622	0,3128	0,00007	0,9689	

CUADRO III

Valores de a , b , V_b y r^2 correspondientes a las ecuaciones de alometría $y = a \cdot x^b$, significativamente diferentes en función del estado de madurez, en *Sepia officinalis*. (a , b , V_b and r^2 corresponding to the allometric equations $y = a \cdot x^b$ significantly different according to the maturity stage.)

x	y	Sexo	N.º I	N.º R	a	b	V_b	r^2	t Student
LDM	PE	♂	38	0	0,0346	1,357	0,0058	0,9473	6,454
			0	46	0,1307	0,792	0,0016	0,9464	
LDM	AME	♂	11	0	0,4524	0,399	0,0019	0,9497	2,541
			0	12	0,6253	0,256	0,0011	0,9263	
PT	PE	♂	36	0	0,0804	0,485	0,0016	0,8945	4,612
			0	46	0,2089	0,279	0,0002	0,9487	
LDM	PE	♀	40	0	0,0481	1,216	0,0011	0,9861	5,516
			0	62	0,0788	0,959	0,0012	0,9666	
LDM	LE	♀	12	0	0,6809	0,376	0,0003	0,9884	4,672
			0	15	1,0031	0,212	0,0009	0,8921	
PT	PE	♀	40	0	0,0938	0,437	0,0001	0,9859	6,194
			0	62	0,1401	0,334	0,0001	0,9658	

N.º I = número de individuos totalmente inmaduros. (Number of immature specimens.)
 N.º R = número de individuos no inmaduros. (Number of non immature specimens.)

CUADRO III

Valores de a , b , V_b y r^2 correspondientes a las ecuaciones de alometría $y = a \cdot x^b$ en estatolitos de *Sepia officinalis*. (a , b , V_b and r^2 corresponding to the allometric equations $y = a \cdot x^b$ in *Sepia officinalis* statoliths according to the sex.)

x	y	Sexo	Número	a	b	V_b	r^2
LE	PE	♂ + ♀	50	0,1657	3,2330	0,0115	0,9497
		♂	23	0,1667	3,1815	0,0366	0,9293
		♀	27	0,1647	3,2747	0,0135	0,9697
LLE	PE	♂ + ♀	50	5,6702	3,3017	0,0286	0,8879
		♂	23	6,1268	3,3620	0,1018	0,8409
		♀	27	5,4630	3,2919	0,0298	0,9357
LRE	PE	♂ + ♀	50	1,3051	3,2715	0,0319	0,8744
		♂	23	1,3189	3,2248	0,0899	0,8462
		♀	27	1,2967	3,3389	0,0486	0,9016
AME	PE	♂ + ♀	50	0,5268	3,1219	0,0093	0,9559
		♂	23	0,4972	3,2205	0,0271	0,9479
		♀	27	0,5546	3,0284	0,0106	0,9718

También se constata que la tasa de incremento en peso del estatolito de los machos tiende a aumentar con el crecimiento en longitud del mismo, siendo los estatolitos más viejos relativa y absolutamente más pesados que los jóvenes.

DISCUSIÓN

Es la primera vez que se pone de manifiesto el crecimiento alométrico del estatolito. MORRIS y ALDRICH (1984 *b*) han señalado que la longitud del estatolito y la talla de *Illex illecebrosus* están en relación lineal, y que aquella puede ser tomada como un indicador de la edad de la especie, incluso más preciso que las bandas de crecimiento que se observan en el estatolito. No obstante, revisando los datos de estos autores, en la figura 8 de su trabajo se aprecia que los individuos de tallas inferiores a 5 cm presentan estatolitos cuyas longitudes quedan muy desviadas de los límites de confianza de la regresión calculada. Teniendo en cuenta dichos valores se pueden ajustar dos regresiones de distinta pendiente, observándose, como en *Sepia officinalis*, que existe alometría negativa, retardándose el crecimiento en longitud del estatolito a partir de cierta talla.

RADTKE (1983) encontró una correlación positiva alta entre el peso del estatolito y el peso total de *Illex illecebrosus*, cuya relación se ajusta bastante bien a una regresión lineal. La inexistencia de alometrías en estas observaciones nos parecen debidas a que se utilizaron estatolitos de ejemplares cuyas

tallas estaban comprendidas entre 13,3 y 26 cm, faltando datos de tallas inferiores.

El inicio de la maduración sexual de los machos de *Sepia officinalis* en la ría de Vigo tiene lugar a los 6 cm de talla, encontrándose a los 8 cm el 45,5 por ciento de los machos totalmente inmaduros. Las hembras comienzan a madurar cuando miden 7-8 cm de longitud dorsal del manto (ALONSO-ALLENDE y GUERRA, 1984). Estos datos, y la observación de que el crecimiento del estatolito experimenta un enlentecimiento a partir de dichas tallas, corroboran la existencia de un cambio en la tasa de crecimiento del estatolito al iniciarse la maduración sexual. La explicación de este fenómeno podría estar relacionada con un cambio metabólico que influye en el crecimiento del estatolito. ARNOLD y WILLIAMS-ARNOLD (1977) han señalado que en *Sepia officinalis*, al igual que en otras especies de cefalópodos decápodos, se precisan gran cantidad de mucopolisacáridos para la formación del material genético. Por otra parte, DILLY (1976) y RADTKE (1983) han demostrado que en los estatolitos existen capas mucoproteicas, compuestas fundamentalmente por aminoácidos de tipo ácido, entre las capas de carbonato cálcico. Ambas observaciones conducen a pensar que al iniciarse la maduración sexual dichas sustancias son utilizadas preferentemente en el desarrollo de la gónada, en detrimento del estatolito. RADKE (o.c.) ha observado una relación inversa entre la materia orgánica y el tamaño de los estatolitos de *Illex illecebrosus*, estando los estatolitos más viejos más mineralizados que los jóvenes. Este aumento del carbonato cálcico con la edad es un proceso general en todas las estructuras calcáreas de invertebrados y vertebrados, habiendo sido puesto en evidencia en los otolitos de los peces, cuya función es análoga a la de los estatolitos, por DEGENS *et al.* (1969), entre otros; y constituye una buena explicación de por qué los estatolitos más viejos son relativa y absolutamente más pesados que los jóvenes. Que este hecho sólo se manifieste en los estatolitos de los machos estudiados y no en las hembras se debe quizá a insuficiencia de datos.

Nuestros resultados demuestran que el peso de los estatolitos es un parámetro bastante fidedigno para comprender cómo es el crecimiento de estas estructuras, y no plantea problemas de definición de distancias a medir.

AGRADECIMIENTOS

Estamos muy agradecidos a la tripulación del «San Juan», a J. R. CALDAS y a R. CASAL por su ayuda en los muestreos; también a F. MARTÍNEZ y a M.^a Teresa FERNÁNDEZ por su ayuda técnica. Igualmente deseamos agradecer su valiosa colaboración a todos los demás miembros del Equipo de Biología Pesquera de Vigo durante el desarrollo del Proyecto del CSIC y de la CAICYT (n.º 23113-05), en el cual se enmarca este estudio. Los autores expresan también su reconocimiento a los Dres. M. R. CLARKE, M. NIXON, J. M.^a ALONSO-ALLENDE, G. PÉREZ-GÁNDARAS y J. LLEONART por sus comentarios y sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO-ALLENDE, J. M. y A. GUERRA. — 1984. *Crustáceos Decápodos y Moluscos de la ría de Vigo* (mimeo): 152 pp. Presentado a los premios de investigación 1984. Excma. Diputación de Pontevedra.
- ARNOLD, J. M. & L. D. WILLIAMS-ARNOLD. — 1977. Cephalopoda: Decapoda. In: *Reproduction of Marine Invertebrates*. (Giese, A. C. & J. S. Pearce, Eds.) Vol. IV: 243-290.
- BUDELMANN, B. V. — 1978. The function of the equilibrium receptor systems of Cephalopods. *Proc. Neurooth. Equil. Soc.*, 6 (1): 15-63.
- CLARKE, M. R. — 1978. The cephalopod statolith -- an introduction to its form. *J. Mar. biol. Ass. U. K.*, 58: 701-712.
- CLARKE, M. R. & J. E. FITCH. — 1979. Statoliths of Cenozoic teuthoid cephalopods from North America. *Paleontology*, 22 (2): 479-511.
- CLARKE, M. R., J. E. FITCH, T. KRISTENSEN, T. KUBOREDA & L. MADDOCK. — 1980. Statoliths of one fossil and four living squid (Gonatidae: Cephalopoda). *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 60: 329-347.
- COLMERS, W. F., R. F. HIXON, R. T. HANLON, J. W. FORSYTHE, M. V. ACKERSON, M. L. WIEDERHOLD & W. H. HULET. — 1984. «Spinner» cephalopods: defects of statocysts suprastructures in an invertebrate analogue of the vestibular apparatus. *Cell. Tissues. Res.*, 236: 505-515.
- DEGENS, E. T.; W. G. DEUSER & R. L. HAEDRICH. — 1969. Molecular structure and composition of fish otoliths. *Mar. Biol.*, 2: 105-113.
- DAWE, E. G., R. K. O'DOR, P. H. O'DENSE y G. V. HURLEY. — 1984. Development of an ageing technique for the short-finned squid (*Illex illecebrosus*). *NAFO SCRS. Doc.* 84 (IX) 110: 24 p.
- DILLY, P. N. — 1976. The structure of some cephalopod statoliths. *Cell. Tiss. Res.*, 175: 147-163.
- GUERRA, A. — 1984. Cefalópodos de la ría de Vigo. Resultados preliminares. *Cuadernos da Area de Ciencias Mariñas. Seminario de Estudos Galegos*, 1: 333-348.
- HURLEY, G. V. & P. BECK. — 1980. The observation of growth rings in statoliths from the Ommastrephid squid, *Illex illecebrosus*. *NAFO SCR. Doc.* 80 (II/1): 1-17.
- HURLEY, G. V., P. O'DENSE, R. K. O'DOR & E. G. DAWE. — 1983. First marking of squid (*Illex illecebrosus*) statoliths with Tetracycline and Strontium in captivity. *NAFO CSR. Doc.* 83 (VI/31): 1-7.
- KRISTENSEN, T. K. — 1980. Periodical growth rings in cephalopod statoliths. *Dana*, 1: 39-51.
- LIPINSKY, M. — 1978. The age of squids, *Illex illecebrosus* (Lesueur, 1821), from their statoliths. *ICNAF Res. Doc.* 78 (II/15): 1-5.
- 1980. Statoliths as a possible tool for squid age determination. *Bull. Acad. Polonaise Sci.*, 28 (10-11): 569-582.
- MADDOCK, L. & J. Z. YOUNG. — 1984. Some dimensions of the angular acceleration receptor systems of cephalopods. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 64: 55-79.
- MAXIM, C. & D. LAZU. — 1980. Remarks on the age and growth of the squid *Illex illecebrosus* (Lesueur, 1821). *Cercetazi marine*, 13: 173-180.
- MORRIS, C. C. & F. A. ALDRICH. — 1984 a. Statolith development in the Ommastrephic squid *Illex illecebrosus* (Lesueur, 1821). *Ame. Mal. Bull.*, 2: 51-56.
- 1984 b. Statolith length and increment number for age determination in squid *Illex illecebrosus* (Lesueur). *NAFO SCR Doc.* 84 (IX/104): 22 pp.
- RADTKE, R. L. — 1983. Chemical and structural characteristics of statoliths from the short-finned squid *Illex illecebrosus*. *Mar. Biol.*, 76: 47-54.
- ROSENBERG, A., K. F. WIBORG & I. M. BECH. — 1981. Growth of *Todarodes sagittatus* (Lamarck) (Cephalopoda, Ommastrephidae) from the Northeast Atlantic, based on counts of statolith growth rings. *Sarsia*, 66: 53-57.
- SPRATT, J. D. — 1978. Age and growth of the marked squid, *Loligo opalescens* Berry in Monterey Bay. *Calif. Dept. Fish. Game. Fish. Bull.*, 169: 35-44.
- YOUNG, J. Z. — 1960. The statocyst of *Octopus vulgaris*. *Proc. Roy. Soc. (B)*, 152: 3-29.